



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

ULB

Methoden zur Qualitätsbeurteilung von Farbwerken

Rech, Helmut
(1969)

DOI (TUpriints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00014089>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Article

Division: 16 Department of Mechanical Engineering

16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/14089>

Methoden zur Qualitätsbeurteilung von Farbwerken

1. Allgemeines

Das Farbwerk, welches man mit Recht als eines der wichtigsten Aggregate einer Druckmaschine ansieht, hat die Aufgabe, den druckenden Formelementen eine möglichst gleichmäßige Farbbeleuchtung zu erteilen. Je vollkommener diese Aufgabe erfüllt wird, desto besser fallen natürlich auch die Druckprodukte aus, da ja die Farbübertragung in der Druckzone von der angebotenen Farbe abhängt [1]. Der ideale Fall ist dann gegeben, wenn alle druckenden Formelemente einen in seiner Dicke konstanten Farbfilm tragen und somit auch einen konstanten Farbfilm auf den Bedruckstoff übertragen. Der Farbschichtdickenverlauf über dem druckenden Formelement sowie den bedruckten Teilen des Bedruckstoffes besäße somit eine rechteckförmige Kontur. In der Praxis wird dieser Idealfall jedoch nur in unvollkommener Weise erreicht, da Störeinflüsse, verursacht durch diskontinuierliche Farbzufuhr und Rückwirkungseffekte durch diskontinuierliche Farbabfuhr durch die Druckform wirksam werden [2]. Die Qualität eines Farbwerkes wird also letztlich davon abhängen, in welchem Maße die Störgrößen abgebaut werden. Für die Bewertung ist der Druckausfall bei gleicher Druckform, gleicher Druckfarbe, gleicher mittlerer Schichtdicke und gleichem Bedruckstoff in Betracht zu ziehen.

2. Relative Bewertungsmethoden

Eine relative Bewertung birgt den Vergleich mehrerer Farbwerkstypen oder mehrerer Variationen eines Farbwerktypes untereinander in sich. Man kann damit keine absolute Qualitätsziffer angeben, sondern nur eine Reihenfolge der verglichenen Farbwerke finden. Für eine solche Bewertung können der Verlauf der Schichtdicke, der Farbdichte und des Farbortabstandes von einem noch zu definierenden Bezugsfarbort herangezogen werden. Alle drei Größen müssen auf dem Druckmuster gemessen werden.

2.1 Farbschichtdickenverlauf auf dem Bedruckstoff

Um zweifelsfrei vergleichbare Verhältnisse zu schaffen, sollte beim Druck der Muster mit den verschiedenen Druckmaschinen darauf geachtet werden, daß deren mittlere Farbschichtdicke bzw. deren mittlere Dichte möglichst wenig voneinander abweicht.

2.11 Bestimmung durch eine Differenzmessung

Will man den übertragenen Farbschichtdickenverlauf durch eine Differenzmessung bestimmen, so bedarf es einer recht komplizierten Meßapparatur. In diesem Fall muß vor und nach der Farb-
abgabe an den Bedruckstoff der Farbschichtdickenverlauf auf der Druckform bestimmt werden. Durch Differenzbildung, welcher eine Phasenverschiebung der Meßwerte vorangehen muß, erhält man das übertragene Relief. Diese Meßmethode erfordert genügend trägheitsarme Meßwertgeber mit weitgehender Proportionalität zwischen Farbschichtdicke und elektrischem Signal [3]. Diese Methode wird in der Modellmaschine des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren benutzt.

2.12 Ermittlung durch eine indirekte Messung auf dem Bedruckstoff

Zwischen der Farbschichtdicke s und der in DIN 16515 definierten optischen Dichte D besteht der bekannte Zusammenhang [4, 5]:

$$D = D_{\infty} \cdot (1 - e^{-m \cdot s}) \quad (1)$$

Dieser Zusammenhang wurde durch Messungen recht gut bestätigt. Der Wert D_{∞} ist die Dichte für eine quasi unendlich dicke Farbschicht und der Exponent m gibt an, wie rasch die Kurve dem Grenzwert D_{∞} zustrebt. Kennt man die Kennwerte D_{∞} und m , welche mittels eines Probedruckgerätes und eines Densitometers experimentell bestimmbar sind, so kann man durch Auflösung der Gleichung (1) nach s eine Schichtdickenbestimmung auf Grund der gemessenen Dichte vornehmen. Um den Dichteverlauf und somit indirekt auch den Schichtdickenverlauf eines Druckmusters möglichst unver-

fälscht zu ermitteln, muß die Meßfläche des Densitometers möglichst klein sein [6].

Da die zu erwartenden Schabloniereffekte bei einer passenden Druckform einige Zentimeter Ausdehnung haben dürften, kann mit geringen Verzerrungen gerechnet werden, wenn der Durchmesser der Meßfläche nicht mehr als 2 bis 3 mm beträgt.

2.13 Rechnerische Bestimmung

Mit Hilfe eines simulativen Rechenverfahrens ist man in der Lage, den Farbschichtdickenverlauf auf dem Bedruckstoff zu bestimmen [7]. Man erhält auf diese Weise den Schichtdickenverlauf in einer diskreten Form (Bild 1).

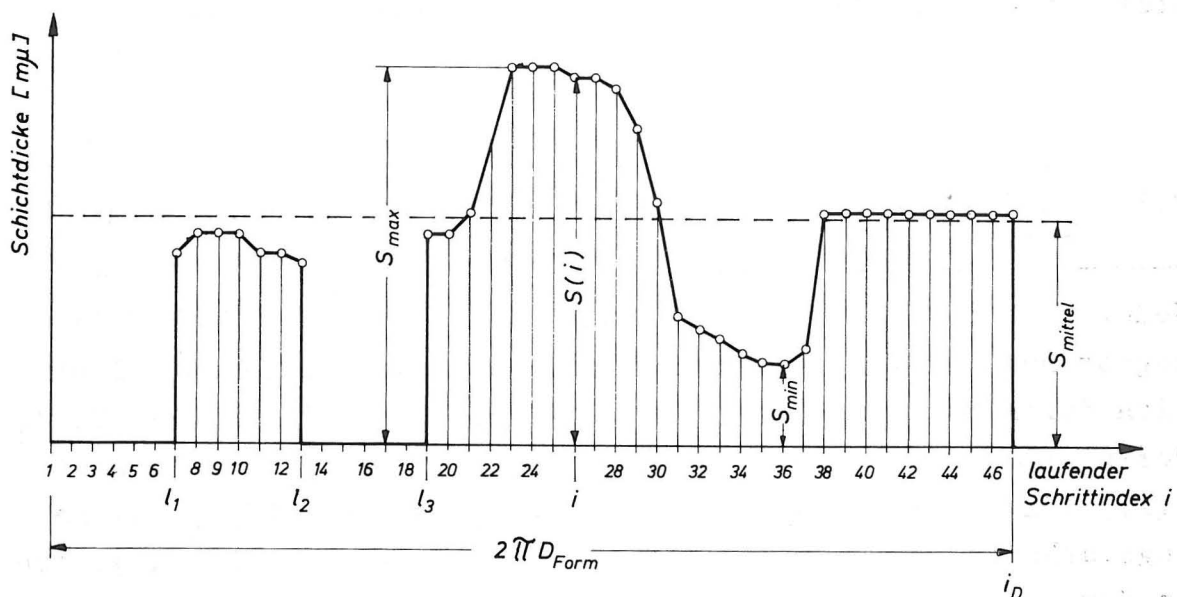


Bild 1 Schichtdickenverlauf auf dem Bedruckstoff

2.2 Verlauf der optischen Dichte auf den Bedruckstoff

Bei der vergleichenden Untersuchung mehrerer Farbwerke ist es erforderlich, daß die mittlere Farbdichte für alle Druckmuster eingehalten wird.

2.2.1 Bestimmung mittels Densitometer

Wesentlich einfacher als die Schichtdickenbestimmung ist die Messung des Dichteverlaufs auf den Bedruckstoff. Der Dichteverlauf kann mit Hilfe eines handelsüblichen Densitometers in einfachster Weise vorgenommen werden oder man verwendet ein Spektralphotometer, wenn sehr hohe Genauigkeit gefordert ist.

2.22 Bestimmung der Dichte aus dem gemessenen oder gerechneten Schichtdickenverlauf

Ermitteln wir das Schichtdickenrelief beispielsweise mit Hilfe einer numerischen Rechenmethode, so können wir nach Gleichung (1) aus der Schichtdicke sofort die Dichte berechnen. Die Konstante D_{∞} und m werden für die Paarung Druckfarbe-Bedruckstoff experimentell mit dem Probedruckgerät ermittelt.

2.3 Verlauf des Abstandes der Farbörter von einem Bezugsstandard

Jeder Farbschichtdicke $s(i)$ ist ein Farbort $X(i), Y(i), Z(i)$ zugeordnet. Da $Y(i)$ gleich dem Hellbezugswert $A(i)$ ist, läßt sich durch Mittelung der $Y(i)$ -Werte ein Bezugsfarbort X_1, Y_1, Z_1 definieren, dessen Hellbezugswert $A_1 = Y_1$ ist. Jedem Farbort $X(i), Y(i), Z(i)$ entspricht ein Farbortabstand ΔE_{CIE} zum Bezugsfarbort der nach DIN 6169 gerechnet werden kann. Da jedoch in der Normfarbtafel der geometrische Abstand zweier Farbörter nichts über die Größen des empfundenen Farbortabstandes aussagt, empfiehlt sich die Verwendung der CIE - UCS - Farbtafel (Koordinaten u und v) in der die geometrischen Abstände den empfundenen recht gut angepaßt sind. Der Vorteil dieser Methode ist darin zu sehen, daß die Ermittlung des Farbortabstandes eine recht genaue Maßzahl liefert. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, daß sie äußerst aufwendig ist und die Verwendung eines Spektralphotometers bzw. eines genauen Dreifilterphotometers erforderlich macht.

3. Kennziffern zur Beurteilung der Kurvenverläufe

Da die Kurvenverläufe in den seltensten Fällen ohne eine zahlenmäßige Bewertung vergleichbar sind, ist es erforderlich, Bewertungskennziffern hierfür zu schaffen. In den nachfolgenden Betrachtungen steht das Symbol $x(i)$ entweder für die Schichtdicke $s(i)$, für die optische Dichte $D(i)$ oder für den Farbortabstand $\Delta E_{CIE}(i)$. Analog zu Bild 1 ist es nur sinnvoll, die bedruckten Stellen der Druckprobe zu bewerten. Die Bewertung erfolgt für:

$$x(i) \left\{ \begin{array}{ccc} l_1 \leq i \leq l_2 \\ \vdots \\ l_m \leq i \leq l_n \\ l_{n+1} \leq i \leq i_0 \end{array} \right\} \quad (2)$$

Grundlage aller Bewertungsziffern sind die im folgenden aufgeführten Größen x_{\max} , x_{\min} , x_{mittel} , $x_{\text{qu mi}}$. Die Extremwerte x_{\max} und x_{\min} des diskreten Kurvenverlaufes können natürlich sofort abgelesen werden.

Der arithmetische Mittelwert ergibt sich zu:

$$x_{\text{mittel}} = \frac{1}{l_2 - l_1} \sum_{i=l_1}^{i=l_2} x(i) \cdots + \frac{1}{l_n - l_m} \sum_{i=l_m}^{i=l_n} x(i) + \frac{1}{i_D - l_{n+1}} \sum_{i=l_{n+1}}^{i=i_D} x(i) \quad (3)$$

Der quadratische Mittelwert des diskreten Kurvenverlaufes ergibt sich dann zu:

$$x_{\text{qu mi}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=i_D} [x(i)]^2}{n}} \quad (4)$$

$$n = (l_2 - l_1) + \dots + (l_n - l_m) + (i_D - l_{n+1}) \quad (5)$$

Mit x_{\max} , x_{\min} , x_{mittel} und $x_{\text{qu mi}}$ lassen sich weitere Bewertungskennziffern bestimmen.

3.1 Der Ungleichförmigkeitsgrad

Für die bedruckten Stellen kann mit den vorher definierten Größen sofort der Ungleichförmigkeitsgrad ermittelt werden. Er ergibt sich zu:

$$\eta = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{x_{\text{mittel}}} \cdot 100 \quad \% \quad (6)$$

Der Ungleichförmigkeitsgrad bewertet einen Werteverlauf relativ undifferenziert, weil er nur die beiden Extremwerte erfaßt. Dazwischen liegende Schwankungen wirken sich im Ergebnis nicht aus.

3.2 Der Formfaktor

Eine in der Elektrotechnik gebräuchliche Kennziffer, der Formfaktor, kann ebenfalls zur Beurteilung der Gleichmäßigkeit eines Werteverlaufes herangezogen werden. Je größer dieser Faktor über den Wert 1 ansteigt, desto stärker weicht auch der Kurvenverlauf von dem Rechteckverlauf ab. Der Formfaktor ergibt sich zu:

$$f = \frac{x_{\text{qu mi}}}{x_{\text{mittel}}} \quad (7)$$

3.3 Durchschnittliche Abweichung

Eine reine statistische Kennziffer - die durchschnittliche Abweichung - eignet sich recht gut zur Beurteilung eines Werteverlaufes. Wie ihr Name schon sagt, gibt diese Kennziffer den Durchschnittswert der Abweichung des jeweiligen Wertes $x(i)$ vom Mittelwert an. Diese Kennziffer bewertet nicht nur einzelne Spitzen, sondern in zunehmendem Maße den ganzen Verlauf. Sie ergibt sich zu:

$$d = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1_1}^{i=1_2} [x(i) - x_{\text{mittel}}] + \dots + \sum_{i=1_m}^{i=1_n} [x(i) - x_{\text{mittel}}] + \sum_{i=1_{n+1}}^{i=i_D} [x(i) - x_{\text{mittel}}] \right] \quad (8)$$

3.4 Das Quadrat der Standardabweichung

Ein weiterer statistischer Kennwert, das Quadrat der Standardabweichung, (Streuung) erlaubt ebenfalls eine differenziertere Beurteilung des Werteverlaufes. Diese Kennziffer bewertet ebenfalls weniger einzelne hohe Spitzen als vielmehr die Glätte des Gesamtverlaufes. Sie ergibt sich zu:

$$q = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1_1}^{i=1_2} [x(i) - x_{\text{mittel}}]^2 + \dots + \sum_{i=1_m}^{i=1_n} [x(i) - x_{\text{mittel}}]^2 + \sum_{i=1_{n+1}}^{i=i_D} [x(i) - x_{\text{mittel}}]^2 \right] \quad (9)$$

3.5 Die Summe der Quadrate

Dieser statistische Kennwert gibt im Prinzip eine ähnliche Bewertung wie das Quadrat der Standardabweichung. Er ergibt sich zu:

$$q_s = \left[\sum_{i=1_1}^{i=1_2} [x(i) - x_{\text{mittel}}]^2 + \dots + \sum_{i=1_m}^{i=1_n} [x(i) - x_{\text{mittel}}]^2 + \sum_{i=1_{n+1}}^{i=i_D} [x(i) - x_{\text{mittel}}]^2 \right] \quad (10)$$

4. Absolute Bewertungsmethoden

Geht man von einer vergleichenden Untersuchung zu einer absoluten Bewertung über, so ist eine farbmetrische Auswertung des Druckmusters unerlässlich. Hierfür bieten sich die grundlegenden Untersuchungen von Mac Adam [7] über den Schwellenwert des menschlichen Auges für Farbunterschiede an. Das Toleranzfeld der Schwellenwerte ergibt sich zu Ellipsen verschiedener Größe je nach ihrer Stellung im Farbdreieck (Bild 2). Wählt man den Farbort der mittleren Farbschichtdicke als Ellipsenmittelpunkt, so kann man nachprüfen, ob die Farbörter derjenigen Stellen des

Probedruckes, welche die maximale und die minimale Farbschichtdicke besitzen, außerhalb oder innerhalb der Ellipse liegen. Befinden sich die Farbörter innerhalb der Ellipse, so kann man den Probedruck und somit das Farbwerk als gut bezeichnen. Befinden sich die Farbörter außerhalb der Ellipse, so wird mit Sicherheit ein Farbunterschied vom Betrachter erkannt werden.

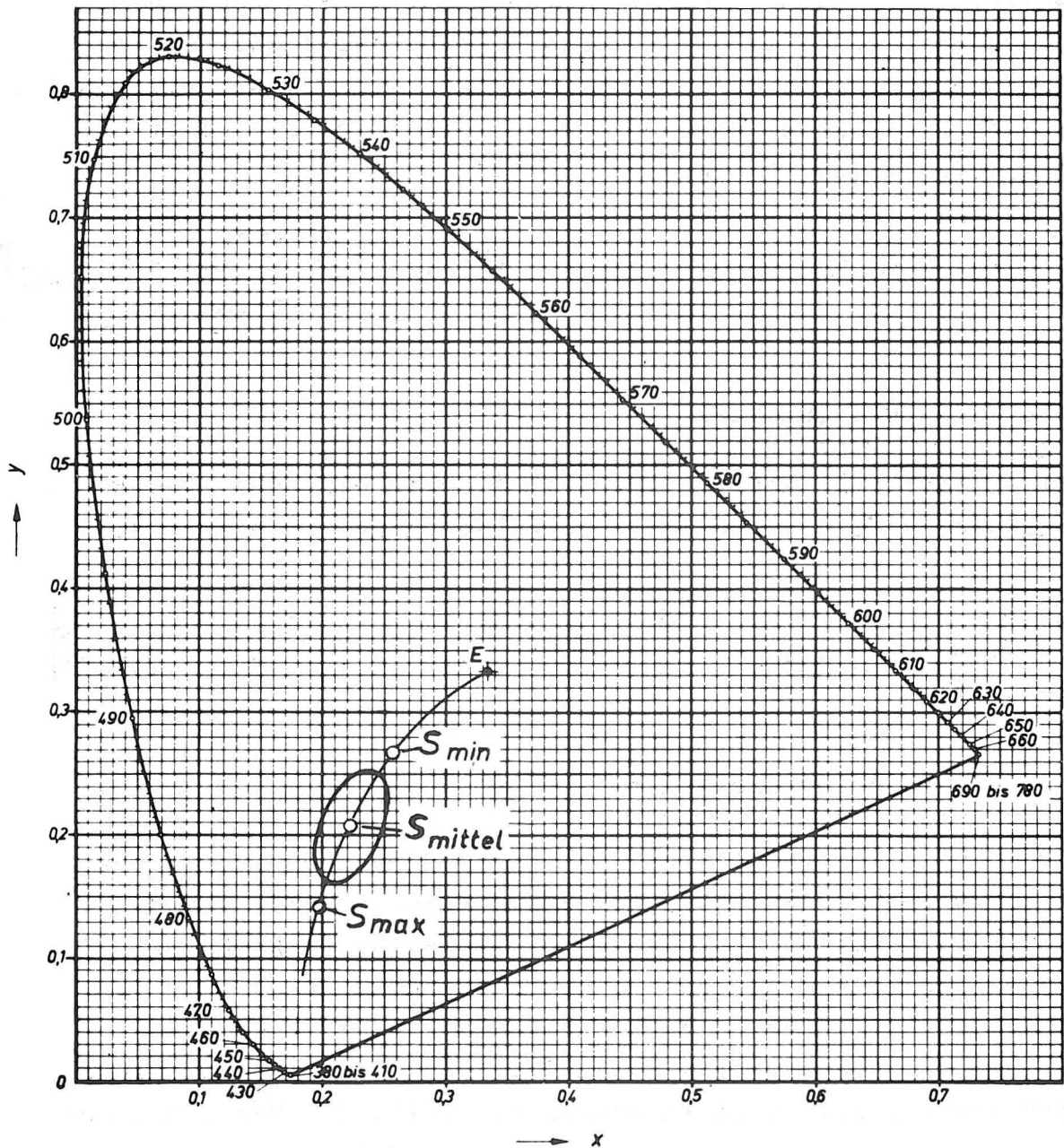


Bild 2 Toleranzfeld um einen Farbort

5. Zusammenfassung

Bei der Entwicklung von Farbwerken war man bisher nur auf Erfahrungen und Erprobungen angewiesen, da man bislang eine numerische Berechnung der Farbschichtdicken nicht kannte. Für die in [2] beschriebene Berechnungsmethode erhält man den Farbschichtdickenverlauf für ein konzipiertes Farbwerk und man vermag dann, ohne das Farbwerk zu bauen, eine Gütebewertung desselben vorzunehmen. Einige mögliche Bewertungsziffern wurden als Grundlage einer Diskussion im Rahmen des Arbeitskreises Walzenfarbwerke in diesem Artikel vorgestellt.

Literaturverzeichnis umseitig

Dipl.-Ing. Helmut Rech TH Darmstadt

Literatur

- [1] Walker, W.C./Fetsko, J.M.: "A Concept of Ink Transfer in Printing", American Inkmaker, 33(1955) 12
- [2] Rech, H.: "Zur Messung und Berechnung des Farbflusses in Walzenfarbwerken", Mitteilungen der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V., Heft 2/1969
- [3] Scheuter, R.K./Rech, H.: "Die Farbübertragung im Probedruckgerät und in der laufenden Druckmaschine", Archiv für Drucktechnik (7) 1967
- [4] Tollenaar, D./Ernst, P.A.: "Optical Density and Ink layer sickness", VIth International Conferenz of Printing Research Institutes, Elseneur 1961
- [5] Hermanis, E.: "Die optische Dichte von Farbschichten", Druck und Reproduktion 1969/8
- [6] Scheuter, K.R./Rech, H.: "Die Entwicklung eines piezo-elektrischen Druckmeßsystems", Archiv für Drucktechnik, 11 (1968)
- [7] Mac Adam, D.L.: "Quality of Color Reproduction", Proc. Inst. Radio Engineers 39 (1959)